

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Yuta ARAKI, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: POWER AMPLIFIER AND RADIO COMMUNICATION DEVICE USING THE AMPLIFIER

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number _____, filed _____, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. _____ Date Filed _____
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2003-147917	May 26, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. _____ filed _____
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number _____
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. _____ filed _____; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s) _____
☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland
Registration Number 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 5月26日
Date of Application:

出願番号 特願2003-147917
Application Number:

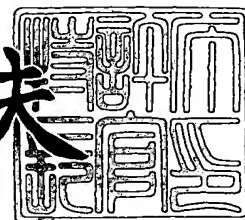
[ST. 10/C]: [JP 2003-147917]

出願人 株式会社東芝
Applicant(s):

2003年10月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 A000300492

【提出日】 平成15年 5月26日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H03F 1/00

【発明の名称】 電力増幅器及びこれを用いた無線通信装置

【請求項の数】 10

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研
 究開発センター内

 【氏名】 荒木 裕太

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研
 究開発センター内

 【氏名】 加屋野 博幸

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研
 究開発センター内

 【氏名】 山口 恵一

【特許出願人】

 【識別番号】 000003078

 【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

 【識別番号】 100058479

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鈴江 武彦

 【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100108855

【弁理士】

【氏名又は名称】 蔵田 昌俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電力増幅器及びこれを用いた無線通信装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の周波数の入力信号を受ける第 1 の入力端子及び該入力信号を増幅した出力信号を出力する第 1 の出力端子をそれぞれ有する第 1 の増幅素子と；

第 2 の周波数の入力信号を受ける第 2 の入力端子及び該入力信号を増幅した出力信号を出力する第 2 の出力端子をそれぞれ有する第 2 の増幅素子と；

直流電源に接続される電源入力端子と；

前記電源入力端子に接続された一端と他端を有する共通電源供給路と；

前記共通電源線の前記他端に接続された一端と、前記第 1 の出力端子に接続された他端とを有する、第 1 のインピーダンスを持つ第 1 の個別電源供給路と；

前記共通電源線の前記他端に接続された一端と、前記第 2 の出力端子に接続された他端とを有する、第 2 のインピーダンスを持つ第 2 の個別電源供給路とを具備する電力増幅器。

【請求項 2】

第 1 の周波数の入力信号を受ける第 1 の入力端子及び該入力信号を増幅した出力信号を出力する第 1 の出力端子をそれぞれ有する第 1 の増幅素子と；

第 2 の周波数の入力信号を受ける第 2 の入力端子及び該入力信号を増幅した出力信号を出力する第 2 の出力端子をそれぞれ有する第 2 の増幅素子と；

直流電源に接続される電源入力端子と；

前記電源入力端子に接続された一端と他端を有する共通電源供給路と；

前記共通電源線の前記他端に接続された一端と、前記第 1 の出力端子に接続された他端とを有する、第 1 のインピーダンスを持つ第 1 の個別電源供給路と；

前記共通電源線の前記他端に接続された一端と、前記第 2 の出力端子に接続された他端とを有する、第 2 のインピーダンスを持つ第 2 の個別電源供給路と；

前記第 1 の増幅素子の出力端子に接続された第 1 の出力整合回路と；

前記第 2 の増幅素子の出力端子に接続された第 2 の出力整合回路とを具備する電力増幅器。

【請求項 3】

前記第 1 及び第 2 の増幅素子は、一の増幅素子のみが動作状態、他の増幅素子は非動作状態となるように制御され、

前記共通電源供給路と、第 1 及び第 2 の個別電源供給路、及び前記第 1 及び第 2 の出力整合回路は、前記一の増幅素子の出力端子から該出力端子に接続されている一の個別電源供給路の側を見たときの合成インピーダンスの実数部が、前記一の増幅素子の出力端子に接続されている一の出力整合回路のインピーダンスの実数部より大きくなるように設定されたインピーダンスをそれぞれ持つ請求項 2 に記載の電力増幅器。

【請求項 4】

前記出力整合回路は、該出力整合回路に接続される増幅素子の動作状態でのインピーダンスに対する共役インピーダンスを持つ請求項 2 に記載の電力増幅器。

【請求項 5】

前記第 1 及び第 2 の増幅素子が設けられた第 1 の層と、前記共通電源供給路と第 1 及び第 2 の個別電源供給路が設けられた第 2 の層とを有する多層配線基板をさらに具備する請求項 1 または 2 に記載の電力増幅器。

【請求項 6】

第 1 及び第 2 の層を有する多層配線基板をさらに具備し、前記第 1 及び第 2 の増幅素子は前記第 1 の層上に設けられ、前記共通電源供給路と第 1 及び第 2 の個別電源供給路は前記第 1 及び第 2 の層上に設けられた請求項 1 または 2 に記載の電力増幅器。

【請求項 7】

前記第 1 及び第 2 の増幅素子及び前記第 1 及び第 2 の個別電源供給路が設けられた第 1 の層と、前記共通電源供給路が設けられた第 2 の層とを有する多層配線基板をさらに具備する請求項 1 または 2 に記載の電力増幅器。

【請求項 8】

前記第 1 及び第 2 の個別電源供給路は、互いに異なる長さを有する請求項 1 または 2 に記載の電力増幅器。

【請求項 9】

前記共通電源供給路と第 1 及び第 2 の個別電源供給路は、インダクタンス素子を含む請求項 1 または 2 に記載の電力増幅器。

【請求項 1 0】

複数の周波数帯から選択された一の周波数帯で送受信を行う機能を有する無線通信装置において、

前記一の周波数帯の送信信号を発生する送信信号発生回路と；

前記送信信号を前記入力信号として受ける請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の電力増幅器とを具備する無線通信装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、主として高周波帯で使用される電力増幅器に係り、特に周波数の異なる複数の入力信号を選択的に増幅する電力増幅器に関する。

【 0 0 0 2】

【従来の技術】

従来より、複数の周波数帯に及ぶ移動体通信などのサービスを提供する無線通信システムが存在する。このようなシステムにおいて携帯端末として用いられる無線通信装置では、送信信号を増幅する電力増幅器は通常、使用周波数帯の数だけ用意される。

【 0 0 0 3】

例えば、二つの周波数帯が使われる P D C (Personal Digital Cellular) のようなシステムでは、一つの携帯端末に 800MHz 帯用と 1500MHz 帯用の二つの電力増幅器が実装されている（例えば、非特許文献 1 参照）800MHz 帯の P D C と 1900MHz 帯の P H S (Personal Handy-phone System) のような異種システムの両方に対応した携帯端末においても、各周波数帯専用の電力増幅器が実装されている。

【 0 0 0 4】

【非特許文献 1】

日経 B P 社「日経エレクトロニクス」12-16 (2002) P.57-64

【発明が解決しようとする課題】

上述のように従来の技術では、複数の周波数帯を使用する携帯端末のような無線通信装置において、それぞれの周波数帯に専用の電力増幅器を用いるため、小型化の要求を満たすことが難しい。

【0005】

一方、測定器用に用いられる広帯域増幅器によると、一つの増幅器で複数の周波数帯の信号を増幅することも可能ではある。このような広帯域増幅器は、消費電力が大きいため、バッテリーを電源とする携帯端末用としては不適であり、使用されていないのが現状である。

【0006】

本発明は、小型化の容易な構成により複数の周波数の信号を選択的に増幅する電力増幅器及びこれを用いた無線通信装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、本発明に係る電力増幅器は、第1の周波数の入力信号を受ける第1の入力端子及び該入力信号を増幅した出力信号を出力する第1の出力端子をそれぞれ有する第1の増幅素子と、第2の周波数の入力信号を受ける第2の入力端子及び該入力信号を増幅した出力信号を出力する第2の出力端子をそれぞれ有する第2の増幅素子と、直流電源に接続される電源入力端子と、前記電源入力端子に接続された一端と他端を有する共通電源供給路と、前記共通電源線の前記他端に接続された一端と、前記第1の出力端子に接続された他端とを有する、第1のインピーダンスを持つ第1の個別電源供給路と、前記共通電源線の前記他端に接続された一端と、前記第2の出力端子に接続された他端とを有する、第2のインピーダンスを持つ第2の個別電源供給路とを具備する。

前記第1の増幅素子の出力端子に接続された第1の出力整合回路と、前記第2の増幅素子の出力端子に接続された第2の出力整合回路とをさらに具備してもよい。

【0008】

本発明の好ましい態様によると、前記第1及び第2の増幅素子は、一の増幅素子のみが動作状態、他の増幅素子は非動作状態となるように制御され、前記共通

電源供給路と第 1 及び第 2 の個別電源供給路及び前記第 1 及び第 2 の出力整合回路は、前記一の増幅素子の出力端子から該出力端子に接続されている個別電源供給路の側を見たときの合成インピーダンスの実数部が、前記一の増幅素子の主電極に接続されている一の出力整合回路のインピーダンスの実数部より大きくなるように設定されたインピーダンスをそれぞれ持つ。

【0009】

このように構成される本発明に係る電力増幅器では、電源供給回路の構成要素の一部を複数の増幅素子に対して共用することで部品を減らすことができ、電力増幅器の小型化が可能となる。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

(第 1 の実施形態)

図 1 (a) に、本発明の第 1 の実施形態に係る電力増幅器の構成を示す。本実施形態では、異なる二つの周波数 f_1 、 f_2 で動作可能な電力増幅器を例にとって説明する。

【0011】

電力増幅器の入力端子 11、12 には、それぞれ周波数 f_1 、 f_2 の高周波の入力信号 V_{i1} 、 V_{i2} がそれぞれ入力される。入力信号 V_{i1} は入力整合回路 14 を介して f_1 用増幅素子 17 の入力端子に、入力信号 V_{i2} は入力整合回路 15 を介して f_2 用増幅素子 18 の入力端子にそれぞれ入力され、これらの増幅素子 17、18 によって増幅される。 f_1 用増幅素子 17 によって増幅された信号は、出力整合回路 21 を介して出力信号 V_{o1} として取り出され、 f_2 用増幅素子 18 によって増幅された信号は、出力整合回路 22 を介して出力信号 V_{o2} として取り出される。

【0012】

増幅素子 17、18 は、例えば図 1 (b) に示すような FET、あるいは図 1 (c) に示すようなバイポーラトランジスタが用いられる。増幅素子 17、18 は、一つのトランジスタである必要は必ずしもなく、例えば二つのトランジスタ

を縦続に接続した構成であっても構わない。図 1 (a) において増幅素子 17 に付されている符号 1, 2 及び 3 は、それぞれ制御電極、第 1 主電極及び第 2 主電極である。FET ではゲート電極 G、ドレイン電極 D 及びソース電極 S がそれぞれ制御電極、第 1 主電極及び第 2 主電極に相当し、バイポーラトランジスタではベース電極 B、コレクタ電極 C 及びエミッタ電極 E がそれぞれ制御電極、第 1 主電極及び第 2 主電極に相当する。

【0013】

入力整合回路 14, 15 からの出力信号は、増幅素子 17, 18 の入力端子である制御電極 1 に入力される。増幅された信号は、増幅素子 17, 18 の出力端子である第 1 主電極 2 から出力される。増幅素子 17, 18 の第 2 主電極 3 は、図示しない定電位点、例えばグラウンドに接続される。

【0014】

増幅素子 17, 18 への電源供給、すなわち直流電力の供給は以下に示す電源供給回路によって行われる。まず、直流電源 V_{cc} が接続される電源入力端子 30 に、共通電源供給路 31 の一端が接続される。共通電源供給路 31 は、増幅素子 17, 18 に対して共通の電源供給路である。共通電源供給路 31 の他端に、個別電源供給路 32, 33 のそれぞれの一端が接続される。個別電源供給路 32, 33 は、増幅素子 17, 18 に対して個別に用意された電源供給路であり、それぞれの他端は増幅素子 17, 18 の第 1 主電極に接続される。ここで、個別電源供給路 32, 33 は後述するように異なるインピーダンスを持つ。

【0015】

次に、本実施形態の電力増幅器の動作について説明する。

f_1 用増幅素子 17 及び f_2 用増幅素子 18 は、前述したように異なる周波数 f_1 及び f_2 でそれぞれ動作する。但し、増幅素子 17, 18 の動作は排他的であり、両方が同時に動作することはないものとする。すなわち、増幅素子 17, 18 は一方の増幅素子のみが動作状態、他方は非動作状態となるように制御される。

【0016】

出力整合回路 21 は、 f_1 用増幅素子 17 が周波数 f_1 で動作しているときに図示しない次段回路とのインピーダンス整合を行う回路であり、そのインピーダン

スは増幅素子 17 の動作状態での出力インピーダンス Z_{P10N} に対する共役インピーダンス Z_{P10N}^* である。同様に、整合回路 22 は f_2 用増幅素子 18 が周波数 f_2 で動作しているときに次段回路とのインピーダンス整合を行う回路であり、そのインピーダンスは増幅素子 18 の動作状態での出力インピーダンス Z_{P20N} に対する共役インピーダンス Z_{P20N}^* である。

【0017】

なお、出力整合回路 21, 22 のインピーダンスは、必ずしも増幅素子 17, 18 の動作状態での出力インピーダンスに対する共役インピーダンスである必要はない。例えば、出力整合回路 21, 22 のインピーダンスは、出力信号 V_{o1} , V_{o2} の電力が最大となるインピーダンスや、歪が最小となるインピーダンス、それらを両立させたインピーダンスがあってもよく、設計の目的に応じて変更してもよい。

【0018】

図 2 は、入力端子 11 に周波数 f_1 の入力信号 V_{i1} が入力され、 f_1 用増幅素子 17 が動作状態、 f_2 用増幅素子 18 が非動作状態にあるときの図 1 の各部分のインピーダンスを示している。動作状態にある f_1 用増幅素子 17 は、出力インピーダンス Z_{P10N} を持ち、その出力端である第 1 主電極は Z_{P10N} に対する共役インピーダンス Z_{P10N}^* を持つ出力整合回路 21 と、電源供給回路に接続されている。電源供給回路は、前述したように共通電源供給路 31 と個別電源供給路 32, 33 を有する。 f_1 用増幅素子 17 に対しては、電源入力端子 30 から共通電源供給路 31 及び個別電源供給路 32 を介して直流電力が供給される。

【0019】

一方、非動作状態にある f_2 用増幅素子 18 は出力インピーダンス Z_4 を持ち、その出力端である第 1 主電極に接続された出力整合回路 22 のインピーダンス Z_5 は、 f_2 用増幅素子 18 の動作状態での出力インピーダンス Z_{P20N} に対する共役インピーダンス Z_{P20N}^* に等しい。

【0020】

今、動作状態にある f_1 用増幅素子 17 の第 1 主電極から電源供給回路側を見たときの合成インピーダンスを Z_a とすると、 Z_a は以下のように表される。

【0021】

【数1】

$$Z_a = \frac{Z_1(Z_3 + \frac{Z_4 Z_5}{Z_4 + Z_5}) + Z_2}{Z_2(Z_1 + Z_3 + \frac{Z_4 Z_5}{Z_4 + Z_5})} \quad (1)$$

【0022】

ここで、 Z_1 は共通電源供給路31のインピーダンス、 Z_2 、 Z_3 は個別電源供給路32、33のインピーダンスであり、 $Z_2 \neq Z_3$ である。これらのインピーダンス Z_1 、 Z_2 、 Z_3 は、周波数の関数として $Z_n(f) = R_n(f) + X_n(f)$ 、(但し、 $n=1, 2, 3$)のように表される。 $R_n(f)$ は抵抗成分、 $X_n(f)$ はリアクタンス成分である。ここでは、入力端子11に周波数 f_1 の入力信号 V_{i1} が入力され、 f_1 用増幅素子17が動作状態の場合を考えているので、数式(1)における Z_1 、 Z_2 、 Z_3 は、それぞれ $Z_1(f_1)$ 、 $Z_2(f_1)$ 、 $Z_3(f_1)$ となる。

【0023】

このとき、次式(2)に示すように合成インピーダンス Z_a の実数部 $\text{Re}\{Z_a\}$ を出力整合回路21のインピーダンス Z_{P10N}^* の実数部 $\text{Re}\{Z_{P10N}^*\}$ より大きく設定することにより、増幅素子17の出力信号(高周波電力)は効率よく出力整合回路21を介して出力側に向かい、出力信号 V_{o1} として取り出される。

【0024】

【数2】

$$\text{Re}\{Z_a\} > \text{Re}\{Z_{P10N}^*\} \quad (2)$$

【0025】

ここで、 $\text{Re}\{Z_a\}$ は $\text{Re}\{Z_{P10N}^*\}$ に対して大きいほど効果があり、 $\text{Re}\{Z_a\}$ を $\text{Re}\{Z_{P10N}^*\}$ の5倍以上、さらに好ましくは10倍以上とすれば、 f_1 用増幅素子17の出力信号の高周波電力は大部分が出力信号 V_{o1} として取り出される。

【0026】

図3は、入力端子12に周波数 f_2 の入力信号 V_{i2} が入力され、 f_2 用増幅素子18が動作状態、 f_1 用増幅素子17が非動作状態にあるときの図1の各部分のインピーダンスを示している。動作状態にある f_2 用増幅素子18は出力インピーダンス Z_{P20N} を持ち、その出力端である第1主電極は Z_{P20N} に対する共役インピーダンス Z_{P20N}^* を持つ出力整合回路22と、電源供給回路に接続されている。電源供給回路では、電源入力端子30から共通電源供給路31及び個別電源供給路33を介して f_2 用増幅素子18に直流電力が供給される。

【0027】

一方、非動作状態にある f_1 用増幅素子17は出力インピーダンス Z_6 を持ち、その出力端である第1主電極に接続された出力整合回路21のインピーダンス Z_7 は、 f_1 用増幅素子17の動作状態での出力インピーダンス Z_{P10N} に対する共役インピーダンス Z_{P10N}^* に等しい。

【0028】

動作状態にある f_2 用増幅素子18の第1主電極から電源供給回路側を見た時の合成インピーダンスを Z_b とすると、 Z_b は以下のように表される。

【0029】

【数3】

$$Z_b = \frac{Z_1(Z_2 + \frac{Z_6 Z_7}{Z_6 + Z_7}) + Z_3}{Z_3(Z_1 + Z_2 + \frac{Z_6 Z_7}{Z_6 + Z_7})} \quad (3)$$

【0030】

ここでは、入力端子12に周波数 f_2 の入力信号 V_{i2} が入力され、 f_2 用増幅素子18が動作状態の場合を考えているので、数式(3)における Z_1 、 Z_2 、 Z_3 は、それぞれ $Z_1(f_2)$ 、 $Z_2(f_2)$ 、 $Z_3(f_2)$ となる。

【0031】

このとき、次式(4)に示すように合成インピーダンス Z_b の実数部 $\text{Re}\{Z_b\}$

を出力整合回路 22 のインピーダンス Z_{P20N}^* の実数部 $\text{Re}\{Z_{P20N}^*\}$ より大きく設定することにより、増幅素子 18 の出力信号（高周波電力）は効率よく出力整合回路 22 を介して出力側に向かい、出力信号 V_{o2} として取り出される。

【0032】

【数 4】

$$\text{Re}\{Z_b\} > \text{Re}\{Z_{P20N}^*\} \quad (4)$$

【0033】

この場合においても、 $\text{Re}\{Z_b\}$ を $\text{Re}\{Z_{P20N}^*\}$ に対して例えば $\text{Re}\{Z_{P20N}^*\}$ の 5 倍以上、さらに好ましくは 10 倍以上と大きくすることにより、増幅素子 18 の出力信号の高周波電力は大部分が出力信号 V_{o2} として取り出される。

【0034】

以上の数式 (1) ~ (4) 式から、 Z_1 , Z_2 , Z_3 についての連立不等式を満たすように Z_1 , Z_2 , Z_3 を決定する。

【0035】

このように増幅素子 17, 18 への電源供給を行う電源供給回路は、増幅素子 17, 18 に対して共通に設けられた共通電源供給路 31 と、増幅素子 17, 18 に対して個別に設けられた互いに異なるインピーダンスを持つ個別電源供給路 32, 33 によって形成される。これにより、電力増幅器の小型化を実現することができる。

【0036】

以下、この効果について説明する。共通電源供給路 31 の面積を S_1 とし、個別電源供給路 32, 33 の面積をそれぞれ S_2 , S_3 とする。単一周波数で動作する一つの増幅素子を有する電力増幅器では、電源供給回路は共通電源供給路の面積 S_1 と個別電源供給路の面積 S_2 または S_3 との合計に相当する面積 $S_1 + S_2$ または $S_1 + S_3$ が必要となる。従って、二つの増幅素子への電源供給のために個別の電源供給回路を設けると、二つの電源供給回路の合計の面積は $2S_1 + S_2 + S_3$ となる。

これに対して、本実施形態における電源供給回路の面積は $S_1 + S_2 + S_3$ とな

り、二つの増幅素子に対して個別の電源供給回路を設ける場合に比較して、S1分だけ減少する。電力増幅器において電源供給回路の占める面積は比較的大きいため、電源供給回路の面積が減少することは電力増幅器の小型化に大きく寄与する。

【0037】

なお、本実施形態では出力整合回路21、22のインピーダンスを各々に接続された増幅素子17、18の動作状態での出力インピーダンスに対する共役インピーダンスとしたが、必ずしも共役インピーダンスである必要はなく、設計の目的に応じて変更しても構わない。

【0038】

(第2の実施形態)

第1の実施形態では、2つの周波数 f_1 、 f_2 で動作可能な電力増幅器について説明したが、3つ以上の周波数で動作可能な電力増幅器を実現することも可能である。その場合、電力増幅器には3つ以上の増幅素子と1つの共通電源供給路及び3つ以上の個別電源供給路、さらに3つ以上の出力整合回路を備えればよい。図4には、本発明の第2の実施形態として3つの周波数 f_1 、 f_2 、 f_3 で動作可能な電力増幅器の例を示す。以下、図1と相対応する要素に同一の参照符号を付して説明する。

【0039】

本実施形態では、 f_1 用増幅素子17及び f_2 用増幅素子18に加えて、さらに f_3 用増幅素子19が設けられる。電源入力端子30に入力された直流電力は、共通電源供給路31の一端に入力され、個別電源供給路32を介して f_1 用増幅素子17に、個別電源供給路33を介して f_2 用増幅素子18に、個別電源供給路34を介して f_3 用増幅素子19にそれぞれ供給される。ここで、個別電源供給路32、33、34は後述するように異なるインピーダンスを持つ。

【0040】

図5は、入力端子11に周波数 f_3 の入力信号 V_{i3} が入力され、 f_1 用増幅素子17及び f_2 用増幅素子18が非動作状態、 f_3 用増幅素子19が動作状態にあるときの図4の各部のインピーダンスを示している。動作状態にある f_3 用増幅素

子 19 は、出力インピーダンス Z_{P30N} を持つ。f3 用増幅素子 19 の出力端である第 1 主電極は、出力インピーダンス Z_{P30N} に対する共役インピーダンス Z_{P30N}^* を持つ出力整合回路 23 と電源供給回路に接続されている。

【0041】

一方、非動作状態にある f1 用増幅素子 17 は出力インピーダンス Z_6 を持ち、その出力端である第 1 主電極に接続された出力整合回路 21 のインピーダンス Z_7 は、f1 用増幅素子 17 の動作状態での出力インピーダンス Z_{P10N} に対する共役インピーダンス Z_{P10N}^* に等しい。同様に、非動作状態にある f2 用増幅素子 18 は出力インピーダンス Z_4 を持ち、その出力端である第 1 主電極に接続された出力整合回路 22 のインピーダンス Z_5 は、f2 用増幅素子 18 の動作状態での出力インピーダンス Z_{P20N} に対する共役インピーダンス Z_{P20N}^* に等しい。

【0042】

動作状態にある f3 用増幅素子 19 の第 1 主電極から電源供給回路側を見た合成インピーダンスを Z_c とすると、 Z_c は以下のように表される。

【0043】

【数 5】

$$Z_c = Z_8 + \frac{Z_1(Z_3 + \frac{Z_4 Z_5}{Z_4 + Z_5})(Z_2 + \frac{Z_6 Z_7}{Z_6 + Z_7})}{(Z_3 + \frac{Z_4 Z_5}{Z_4 + Z_5})(Z_2 + \frac{Z_6 Z_7}{Z_6 + Z_7}) + Z_1(Z_3 + \frac{Z_4 Z_5}{Z_4 + Z_5}) + Z_1(Z_2 + \frac{Z_6 Z_7}{Z_6 + Z_7})} \quad (5)$$

【0044】

ここでは、入力端子 13 に周波数 f3 の入力信号 V_{i3} が入力され、f3 用増幅素子 19 が動作状態の場合を考えているので、式 (5) における Z_1 , Z_2 , Z_3 は、それぞれ $Z_1(f3)$, $Z_2(f3)$, $Z_3(f3)$ となる。

【0045】

同様に、f1 用増幅素子 17 が動作状態で、f2 用増幅素子 18 及び f3 用増幅素子 19 が非動作状態のときの f1 用増幅素子 17 の第 1 主電極から電源供給回

路側を見た合成インピーダンス Z_a 、f2用増幅素子18が動作状態で、f1用増幅素子17及びf3用増幅素子19が非動作状態のときのf2用増幅素子18の第1主電極から電源供給回路側を見た合成インピーダンス Z_b は、以下のように表される。

【0046】

【数6】

$$Z_a = Z_2 + \frac{Z_1(Z_3 + \frac{Z_4 Z_5}{Z_4 + Z_5})(Z_8 + \frac{Z_9 Z_{10}}{Z_9 + Z_{10}})}{(Z_3 + \frac{Z_4 Z_5}{Z_4 + Z_5})(Z_8 + \frac{Z_9 Z_{10}}{Z_9 + Z_{10}}) + Z_1(Z_3 + \frac{Z_4 Z_5}{Z_4 + Z_5}) + Z_1(Z_8 + \frac{Z_9 Z_{10}}{Z_9 + Z_{10}})} \quad (6)$$

$$Z_b = Z_3 + \frac{Z_1(Z_2 + \frac{Z_6 Z_7}{Z_6 + Z_7})(Z_8 + \frac{Z_9 Z_{10}}{Z_9 + Z_{10}})}{(Z_2 + \frac{Z_6 Z_7}{Z_6 + Z_7})(Z_8 + \frac{Z_9 Z_{10}}{Z_9 + Z_{10}}) + Z_1(Z_2 + \frac{Z_6 Z_7}{Z_6 + Z_7}) + Z_1(Z_8 + \frac{Z_9 Z_{10}}{Z_9 + Z_{10}})} \quad (7)$$

【0047】

数式(6)では、入力端子11に周波数f1の入力信号Vi1が入力され、f1用増幅素子18が動作状態の場合を考えているので、 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 はそれぞれ $Z_1(f1)$ 、 $Z_2(f1)$ 、 $Z_3(f1)$ となる。同様に、数式(7)では、入力端子12に周波数f2の入力信号Vi2が入力され、f2用増幅素子18が動作状態の場合を考えているので、 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 はそれぞれ $Z_1(f2)$ 、 $Z_2(f2)$ 、 $Z_3(f3)$ となる。

【0048】

これらの場合、次式(8)(9)(10)に示すように、合成インピーダンス Z_a 、 Z_b 、 Z_c の実数部 $\text{Re}\{Z_a\}$ 、 $\text{Re}\{Z_b\}$ 、 $\text{Re}\{Z_c\}$ を出力整合回路21、22、23のインピーダンス Z_{P10N}^* 、 Z_{P20N}^* 、 Z_{P30N}^* の実数部 $\text{Re}\{Z_{P10N}^*\}$ 、 $\text{Re}\{Z_{P20N}^*\}$ 、 $\text{Re}\{Z_{P30N}^*\}$ より大きく設定することにより、増幅素子17、18、19の出力信号は効率よく出力整合回路21、22、23をそれぞれ介して出力側に向かい、出力信号Vo1、Vo2、Vo3として取り出される。

【0049】

【数 7】

$$\operatorname{Re}\{Z_a\} > \operatorname{Re}\{Z_{P1ON}^*\} \quad (8)$$

$$\operatorname{Re}\{Z_b\} > \operatorname{Re}\{Z_{P2ON}^*\} \quad (9)$$

$$\operatorname{Re}\{Z_c\} > \operatorname{Re}\{Z_{P3ON}^*\} \quad (10)$$

数式 (5) ~ (10) から、 Z_1 , Z_2 , Z_3 , Z_8 についての連立不等式を満たすように Z_1 , Z_2 , Z_3 , Z_8 を決定する。以下、4 つ以上の増幅素子を有する電力増幅器について同様の手順を踏むことにより、電源供給回路の共通電源供給路及び個別電源供給路部のインピーダンスを決定できる。

【0 0 5 0】

さらに、第 1 の実施形態で説明したと同様に、 Z_a , Z_b , Z_c の実数部 $\operatorname{Re}\{Z_a\}$, $\operatorname{Re}\{Z_b\}$, $\operatorname{Re}\{Z_c\}$ をそれぞれ $\operatorname{Re}\{Z_{P1ON}^*\}$, $\operatorname{Re}\{Z_{P2ON}^*\}$, $\operatorname{Re}\{Z_{P3ON}^*\}$ に対して 5 倍以上、より好ましくは 10 倍以上と大きくすることにより、増幅素子 17, 18, 19 の出力信号の高周波電力はさらに効率よく出力信号 V_{o1} , V_{o2} , V_{o3} として取り出される。

【0 0 5 1】

次に、上述した第 1 及び第 2 の実施形態に係る電力増幅器のより具体的な構成例について説明する。

図 6 には、第 1 の実施形態で説明した周波数 f_1 及び f_2 で動作する電力増幅器の第 1 の具体例を示す。この具体例では、電源供給回路は複数のスパイラルインダクタによって形成される。スパイラルインダクタ 41 は図 1 の共通電源供給路 31 に相当し、スパイラルインダクタ 42, 43 は図 2 の個別電源供給路 32, 33 に相当する。各スパイラルインダクタ 41, 42, 43 のインピーダンスは、以下のように表される。

【0 0 5 2】

【数 8】

$$Z_1 = R_1 + j\omega X_1 \quad (11)$$

$$Z_2 = R_2 + j\omega X_2 \quad (12)$$

$$Z_3 = R_3 + j\omega X_3 \quad (13)$$

ここで R_1 , R_2 , R_3 は抵抗成分、 X_1 , X_2 , X_3 はリアクタンス成分である。数式 (11) (12) (13) を先の数式 (1) (2) (3) (4) に代入し、適切な周波数を設定することで、連立不等式を満足するように R_1 , R_2 , R_3 及び X_1 , X_2 , X_3 を決定する。

【0053】

図 7 は、第 1 の実施形態で説明した電力増幅器の第 2 の具体例であり、電源供給回路はメアングラインとキャパシタによって形成される。メアングライン 51 は共通電源供給路 31 に相当し、メアングライン 52, 53 はそれぞれ個別電源供給路 32, 33 に相当する。メアングライン 51, 52, 53 の各々の入力端とグラウンド間に、キャパシタ 54, 55, 56 がそれぞれ接続される。

【0054】

図 8 は、第 1 の実施形態で説明した電力増幅器の第 3 の具体例であり、電源供給回路は伝送線路とボンディングワイヤによって形成される。伝送線路 61A と T 字型の伝送線路 61B 及び伝送線路 61A と 61B 間に接続されたボンディングワイヤ 64 によって図 1 の共通電源供給路 31 が形成される。伝送線路 61B, 62 及び伝送線路 61B と 62 間に接続されたボンディングワイヤ 65 によって図 1 の個別電源供給路 32 が形成され、伝送線路 61A, 63 及び伝送線路 61B と 63 間に接続されたボンディングワイヤ 66 によって図 1 の個別電源供給路 33 が形成される。ボンディングワイヤ 64, 65, 66 の長さや太さを変えることにより、所望のインピーダンスを実現する。

【0055】

図 9 は、第 1 の実施形態で説明した電力増幅器の第 4 の具体例であり、電源供

給回路はチップ部品によって実現される。この例では、チップ部品としてキャパシタとインダクタが用いられる。キャパシタ 71 とインダクタ 72 により図 1 の共通電源供給路 31 が形成され、キャパシタ 73 とインダクタ 74 により図 1 の個別電源供給路 32 が形成され、キャパシタ 75 とインダクタ 76 により図 2 の個別電源供給路 33 が形成される。

【0056】

図 10 は、第 1 の実施形態で説明した電力増幅器の第 5 の具体例であり、電源供給回路はビアホールを利用したインダクタまたはメディアンラインにより実現される。モジュール基板と呼ばれる基板 80 の表面及び裏面にそれぞれ配線層 81, 82 が形成され、配線層 81, 82 はそれぞれ所定のパターンで形成された伝送線路 83 を有する。基板 80 の表面及び裏面の伝送線路 83 はビアホール 84 によって相互に接続され、インダクタやメディアンラインを形成する。

【0057】

第 2 ～ 第 5 のいずれの具体例においても、第 1 の具体例として説明したスパイラルインダクタの時と同様に数式 (11) (12) (13) を立て、これらを数式 (1) (2) (3) (4) に代入し、適切な周波数を設定することによって、連立不等式を満足するように $R1$, $R2$, $R3$, $X1$, $X2$, $X3$ を決定する。

【0058】

図 11 は、第 1 の実施形態で説明した電力増幅器の第 6 の具体例であり、増幅素子と電源供給回路が多層基板の別の層上に分散して組み込まれている。この例では、多層基板 90 の表面上に $f1$ 用増幅素子 17、 $f2$ 用増幅素子 18、個別電源供給路 32 及び 33 が設けられ、多層基板 90 の裏面上に共通電源供給路 31 が設けられている。

【0059】

(第 3 の実施形態)

図 12 は、4 つの周波数 $f1$ 、 $f2$ 、 $f3$ 及び $f4$ で動作可能な本発明の第 3 の実施形態に係る電力増幅器の具体例であり、図 11 の例を 4 つの周波数帯用に拡張している。すなわち、多層基板の表面 91 上に $f1$ 用増幅素子 17、 $f2$ 用増幅素子 18、個別電源供給路 22 及び 23 が設けられ、多層基板の中間層 92 上に共

通電源供給路 21 が設けられ、多層基板の裏面 93 上に f3 用増幅素子 19、f4 用増幅素子 20、個別電源供給路 24 及び 25 が設けられている。

【0060】

(第4の実施形態)

図13に、本発明の第4の実施形態に係る電力増幅器を示す。第1及び第2の実施形態では、1段構成の電力増幅器について示したが、第4の実施形態は2段構成の電力増幅器について示している。

【0061】

入力端子 11 及び 12 それぞれ入力される周波数 f_1 及び f_2 の入力信号 V_{i1} 及び V_{i2} は、入力整合回路 14 及び 15 をそれぞれ介して 1 段目の f_1 用増幅素子 17A 及び f_2 用増幅素子 18A に入力される。 f_1 用増幅素子 17A 及び f_2 用増幅素子 18A の出力は、段間整合回路 24 及び 25 をそれぞれ介して 2 段目の f_1 用増幅素子 17B 及び f_2 用増幅素子 18B に入力される。 f_1 用増幅素子 17B 及び f_2 用増幅素子 18B の出力は、出力整合回路 21 及び 22 をそれぞれ介して出力信号 V_{o1} 及び V_{o2} として取り出される。

【0062】

1 段目の f_1 用増幅素子 17A 及び f_2 用増幅素子 18A には、共通電源供給路 31A 及び個別電源供給路 32A、33A を有する第1の電源供給回路を介して直流電力が供給される。同様に、2 段目の f_1 用増幅素子 17B 及び f_2 用増幅素子 18B には、共通電源供給路 31B と個別電源供給路 32B および 33B を有する第2の電源供給回路を介して直流電力が供給される。本実施形態を拡張して、3 段以上の電力増幅器を実現することも可能である。

【0063】

(第5の実施形態)

次に、本発明の第5の実施形態として第1の実施形態で説明した電力増幅器を送信段に用いた無線通信装置について説明する。図14には、二つの周波数帯で使用可能な無線通信装置の構成を示す。

【0064】

まず、受信系について述べる。アンテナ 100 から出力される RF 受信信号は

デュプレクサ 101 を介して受信系に導かれ、スイッチ 102 により受信周波数に応じて二つの受信経路に分けられる。第 1 の受信経路に入力された RF 受信信号は、バンドパスフィルタ (BPF) 103 及び低雑音増幅器 (LNA) 105 を介してミキサ 107 に導かれ、ローカル信号源 109 からのローカル信号に従って周波数変換、すなわちダウンコンバートされる。

【0065】

ミキサ 107 からの出力信号は、バンドパスフィルタ 110 を介して二つのミキサ 112 及び 113 に共通に入力される。ミキサ 112 及び 113 は直交復調器を形成しており、ローカル信号源 114 から互いに直交するローカル信号を受け、バンドパスフィルタ 110 から入力された信号を互いに直交する受信ベースバンド信号、すなわち I 信号及び Q 信号に変換する。直交受信ベースバンド信号はベースバンド処理部 120 に入力され、ここでデジタル信号処理が行われることにより、受信データが再生される。

【0066】

第 2 の受信経路も第 1 の受信経路と同様であり、バンドパスフィルタ 104、低雑音増幅器 106、ミキサ 108、バンドパスフィルタ 111、ミキサ 115、116、及びローカル信号源 117 を有する。ローカル信号源 117 は、ローカル信号源 114 とは異なる周波数のローカル信号を発生する。

【0067】

次に、送信系について述べる。ベースバンド処理部 120 は、送信データに従ってデジタル信号処理により互いに直交する送信ベースバンド信号、すなわち I 信号及び Q 信号を生成する。生成された I 信号及び Q 信号は、送信周波数に応じて二つの送信経路のいずれかに入力される。例えば、第 1 の送信経路に入力された I 信号及び Q 信号は、ミキサ 121 及び 122 においてローカル信号源 123 からの互いに直交するローカル信号にそれぞれ乗じられる。ミキサ 121 及び 122 からの出力信号は、加算器 127 によって合成される。ミキサ 121 及び 122 と加算器 127 は、直交変調器を形成している。

【0068】

加算器 127 からの出力信号はミキサ 129 に導かれ、ローカル信号源 131

からのローカル信号に従って周波数変換、すなわちアップコンバートされる。ミキサ129からの出力信号は、バンドパスフィルタ132により不要成分が除去された後、電力増幅器134によって増幅される。電力増幅器134からの出力信号は、ローパスフィルタ135を介してスイッチ137に導かれ、該スイッチ137によりデュプレクサ101を介してアンテナ100に供給されることにより、電波として放射される。

【0069】

第2の送信経路も第1の送信経路と同様であり、直交変調器を形成するミキサ124及び125と加算器128、直交変調器のためのローカル信号源126、アップコンバートのためのミキサ129及び130とローカル信号源131、バンドパスフィルタ133、電力増幅器134及びローパスフィルタ136を有する。但し、送信周波数、すなわち電力増幅器134に入力される送信信号の周波数は第1の送信経路における送信周波数と異なる。

【0070】

ここで、電力増幅器134に例えば第1の実施形態で説明した電力増幅器を用いることにより、一つの電力増幅器を二つの送信経路で共用できる。これにより二つの送信経路に個別に電力増幅器を設ける場合と比較して、電力増幅器全体の面積を効果的に削減でき、無線通信装置の小型化と低コスト化に寄与することが可能である。図14の構成を拡張して、3つ以上の送信周波数を持つ無線通信装置を実現することもできる。

【0071】

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【0072】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば電源供給回路の構成要素の一部を複数の増

幅素子で共用して小型化の容易な構成により、複数の周波数の信号を選択的に増幅する電力増幅器及びこれを用いた無線通信装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施形態に係る電力増幅器の構成を示すブロック図

【図 2】 第 1 の実施形態における f_1 用増幅素子が動作状態にあるときの各部のインピーダンス関係を示す図

【図 3】 第 1 の実施形態における f_2 用増幅素子が動作状態にあるときの各部のインピーダンス関係を示す図

【図 4】 本発明の第 2 の実施形態に係る電力増幅器の構成を示す図

【図 5】 第 2 の実施形態における f_3 用増幅素子が動作状態にあるときの各部のインピーダンス関係を示す図

【図 6】 第 1 の実施形態における電源供給回路の第 1 の具体的構成例を示す図

【図 7】 第 1 の実施形態における電源供給回路の第 2 の具体的構成例を示す図

【図 8】 第 1 の実施形態における電源供給回路の第 3 の具体的構成例を示す図

【図 9】 第 1 の実施形態における電源供給回路の第 4 の具体的構成例を示す図

【図 10】 第 1 の実施形態における電源供給回路の第 5 の具体的構成例を示す図

【図 11】 第 1 の実施形態に係る電力増幅器のより具体的な構成例を示す平面図

【図 12】 本発明の第 3 の実施形態に係る電力増幅器の具体的な構成例を示す平面図

【図 13】 本発明の第 4 の実施形態に係る多段の電力増幅器の構成を示すブロック図

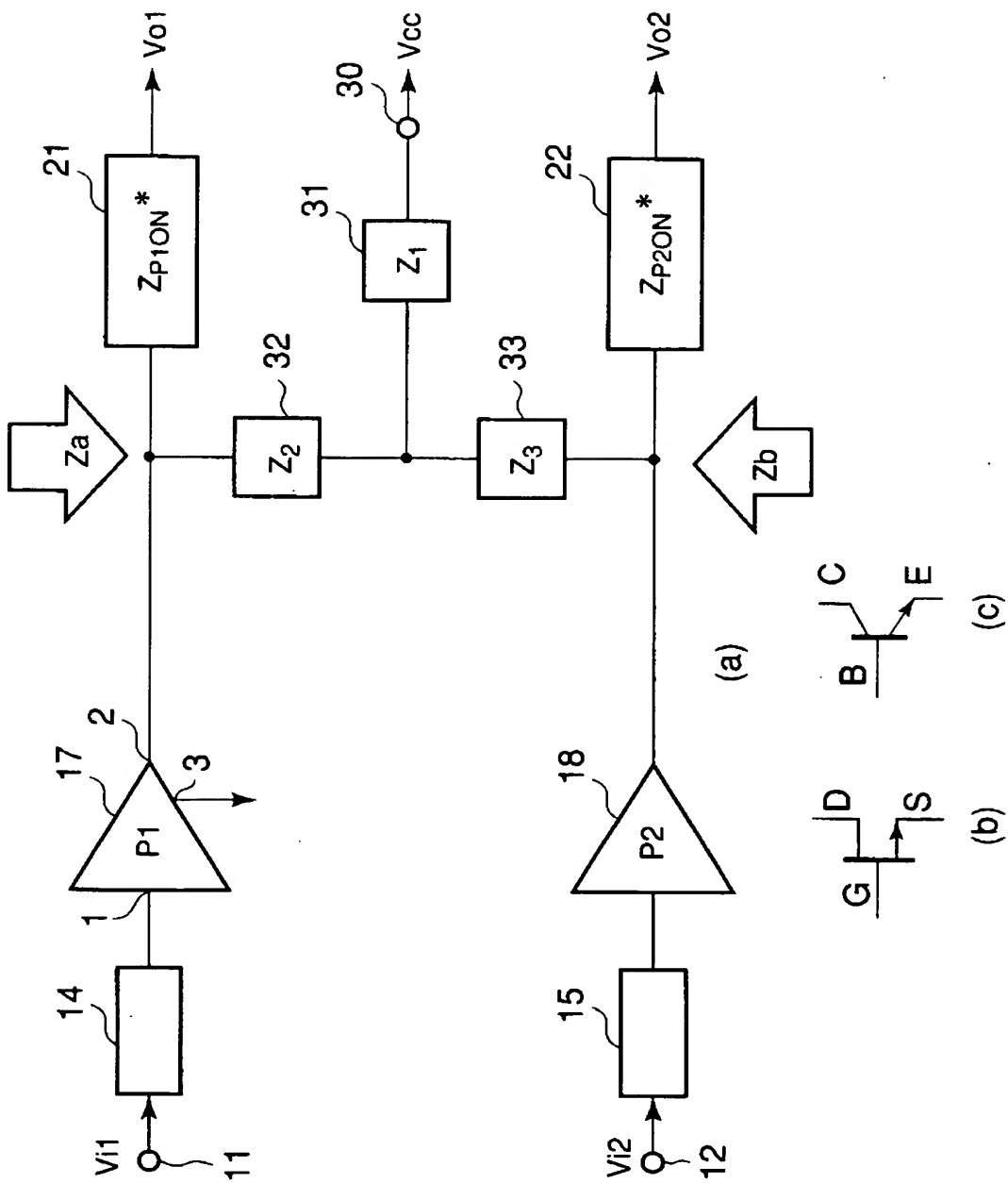
【図 14】 本発明の第 5 の実施形態に係る無線通信装置の構成を示すブロック図

【符号の説明】

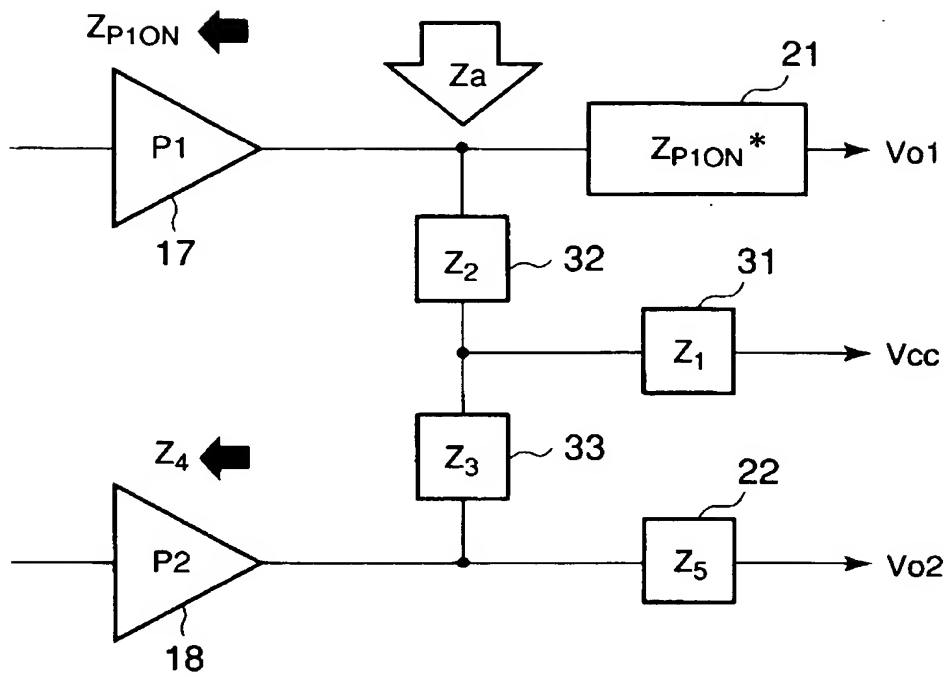
1 1 - 1 3 …入力端子、1 4 - 1 6 …入力整合回路、1 7 - 1 9 …増幅素子、
2 1 - 2 3 …出力整合回路、2 4 - 2 5 …段間整合回路、3 0 …電源入力端子、
3 1 …共通電源供給路、3 2 - 3 4 …個別電源供給路、4 1 - 4 3 …スパイラル
インダクタ、5 1 - 5 3 …メアングライン、5 5 - 5 6 …チップ部品（キャパシ
タ）、6 1 A, 6 1 B, 6 2, 6 3 …伝送線路、6 4 - 6 6 …ボンディングワイ
ヤ、7 1, 7 3, 7 6 …チップ部品（キャパシタ）、7 2, 7 4, 7 5 …チップ
部品（インダクタ）、8 0 …基板、8 1, 8 2 …配線層、8 3 …伝送線路、8 4
…スルーホール、9 0 …多層基板、9 1 …多層基板表面、9 2 …多層基板中間層
、9 3 …多層基板裏面。

【書類名】 図面

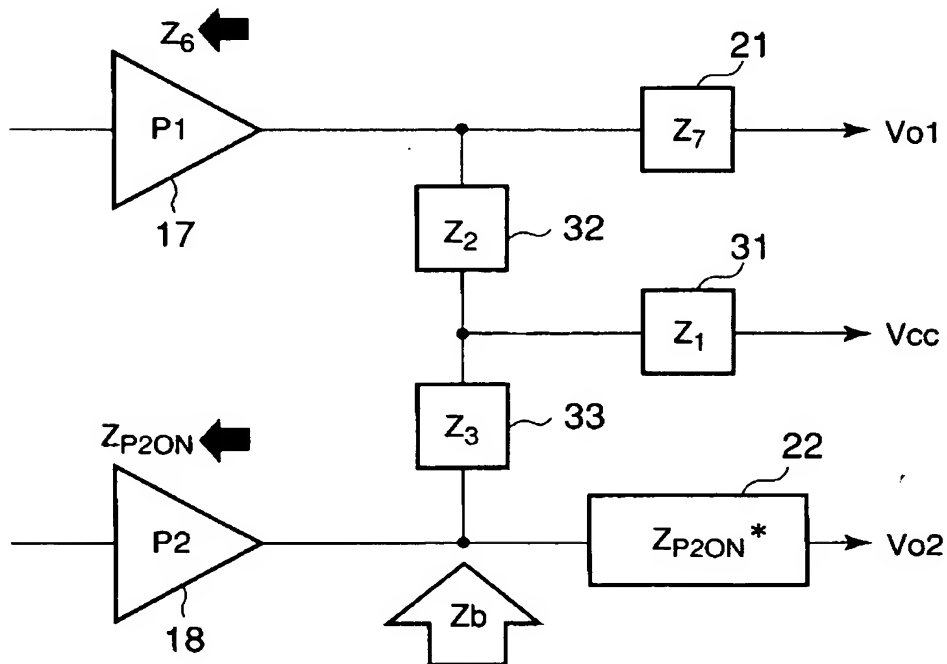
【図 1】



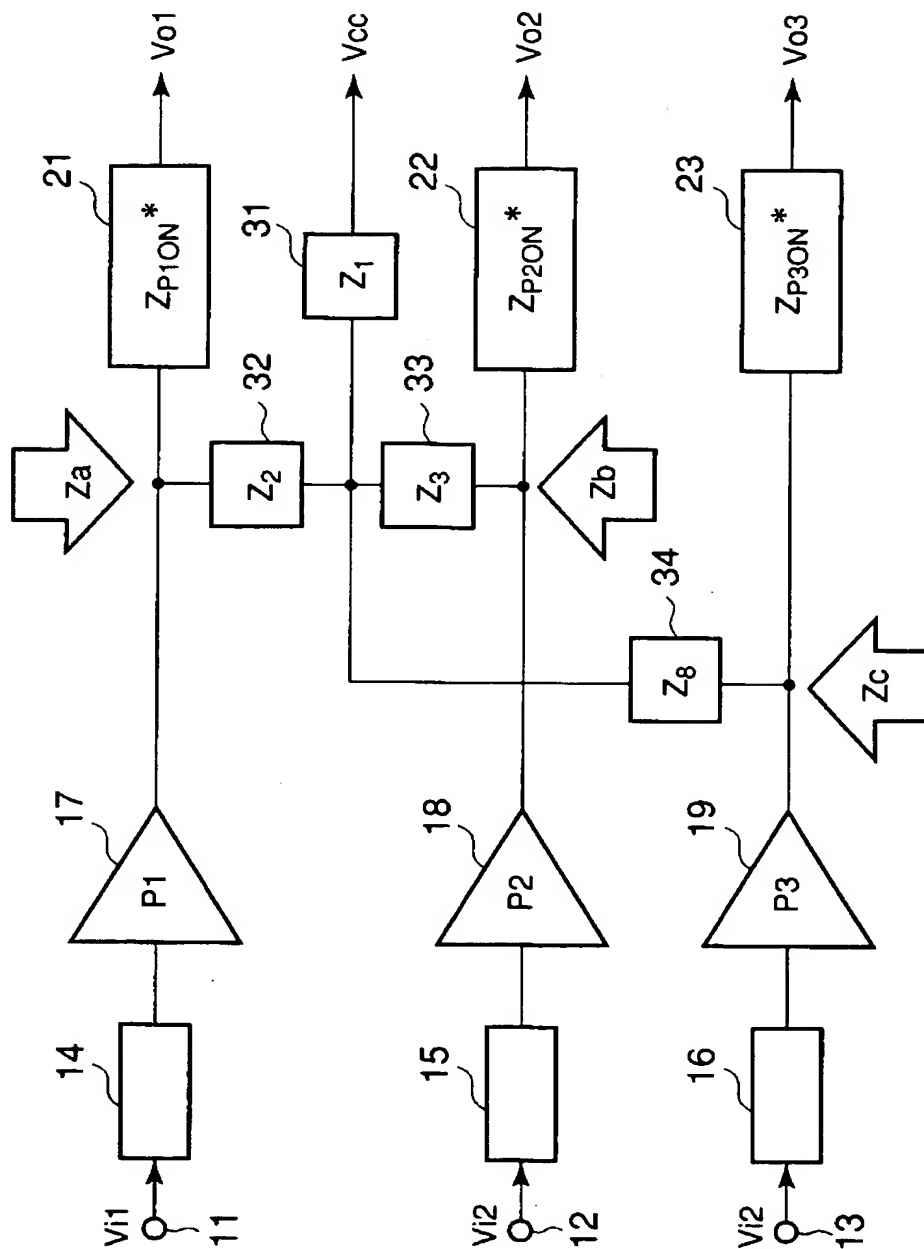
【図 2】



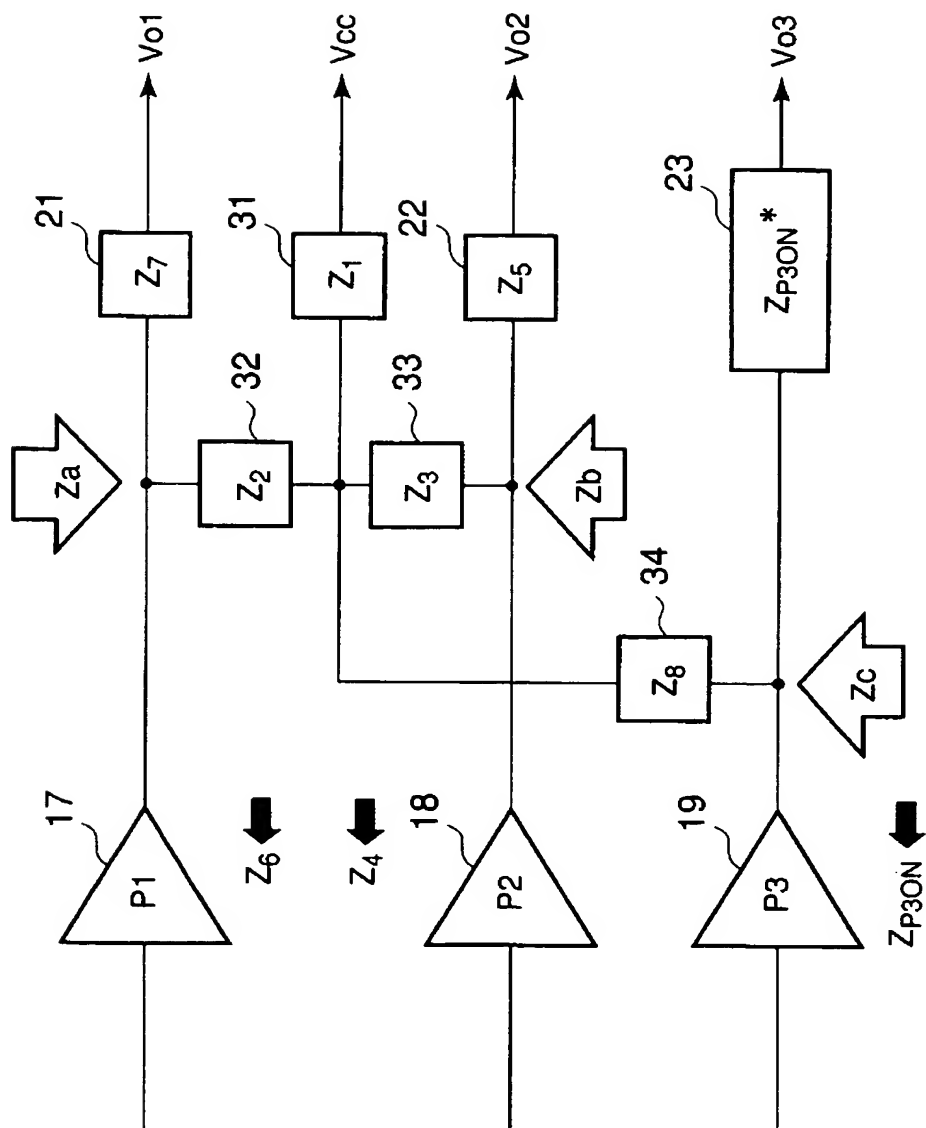
【図 3】



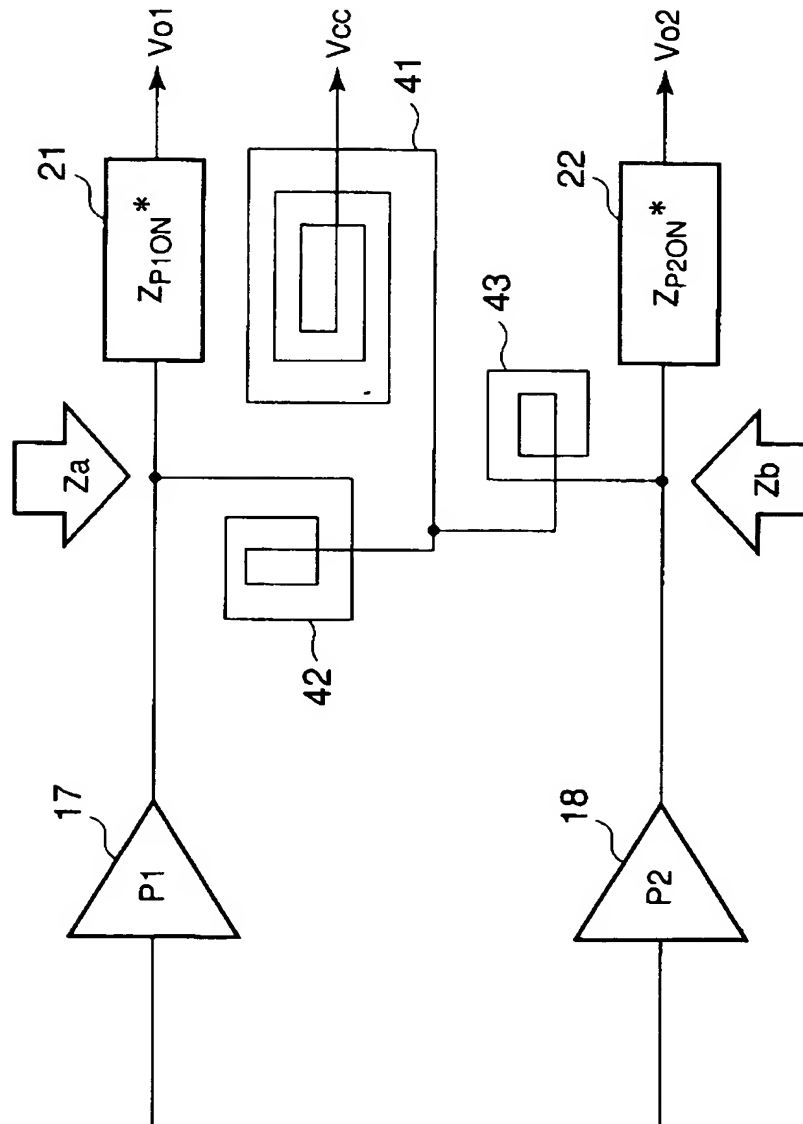
【図 4】



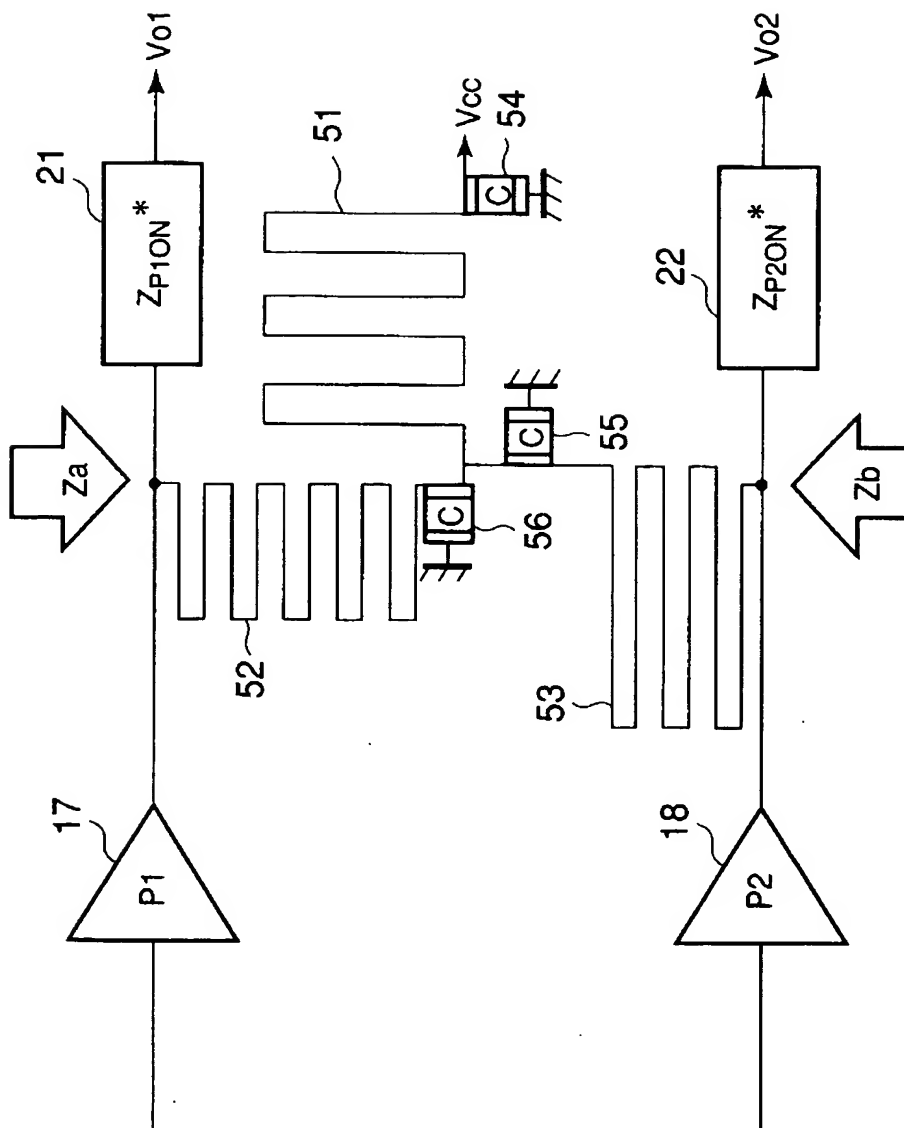
【図 5】



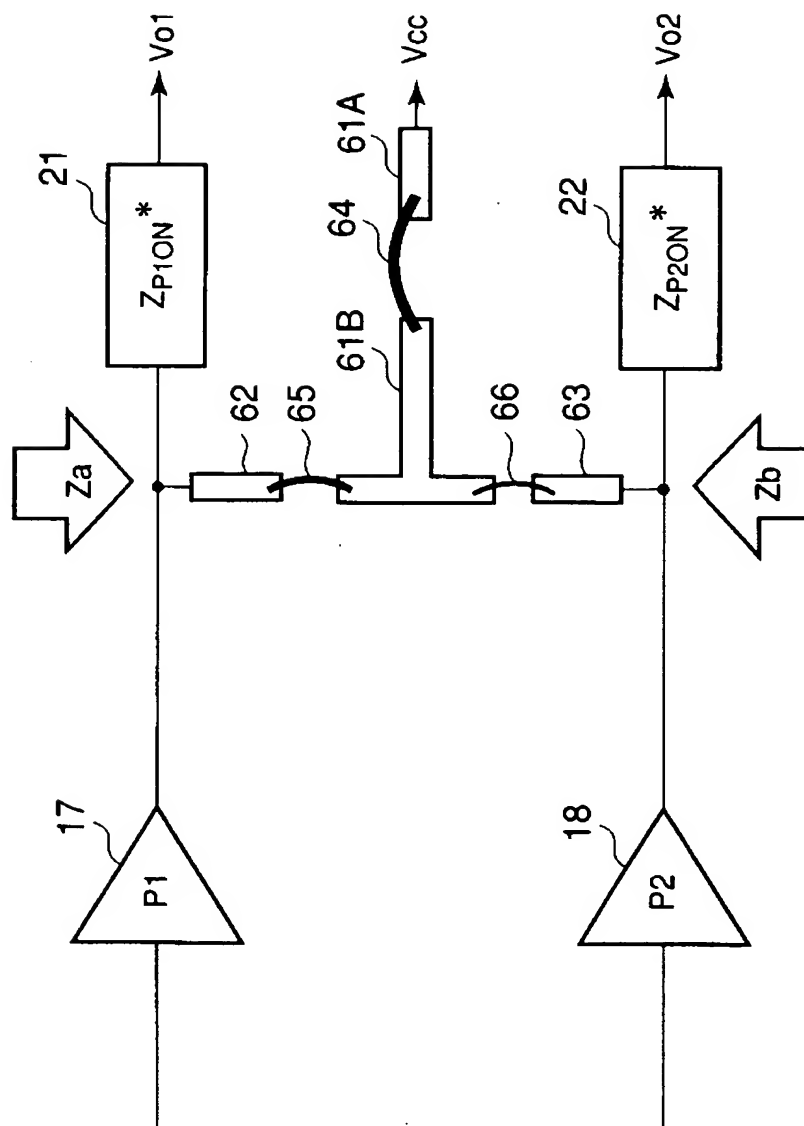
【図 6】



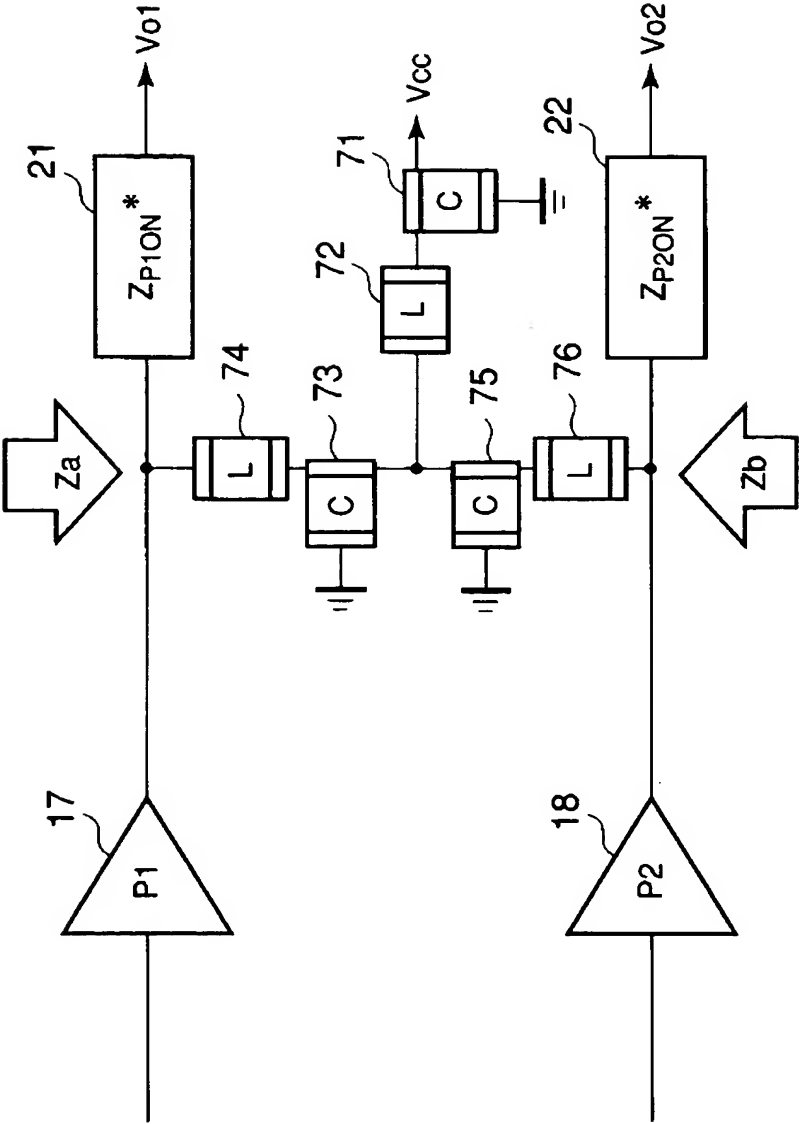
【図 7】



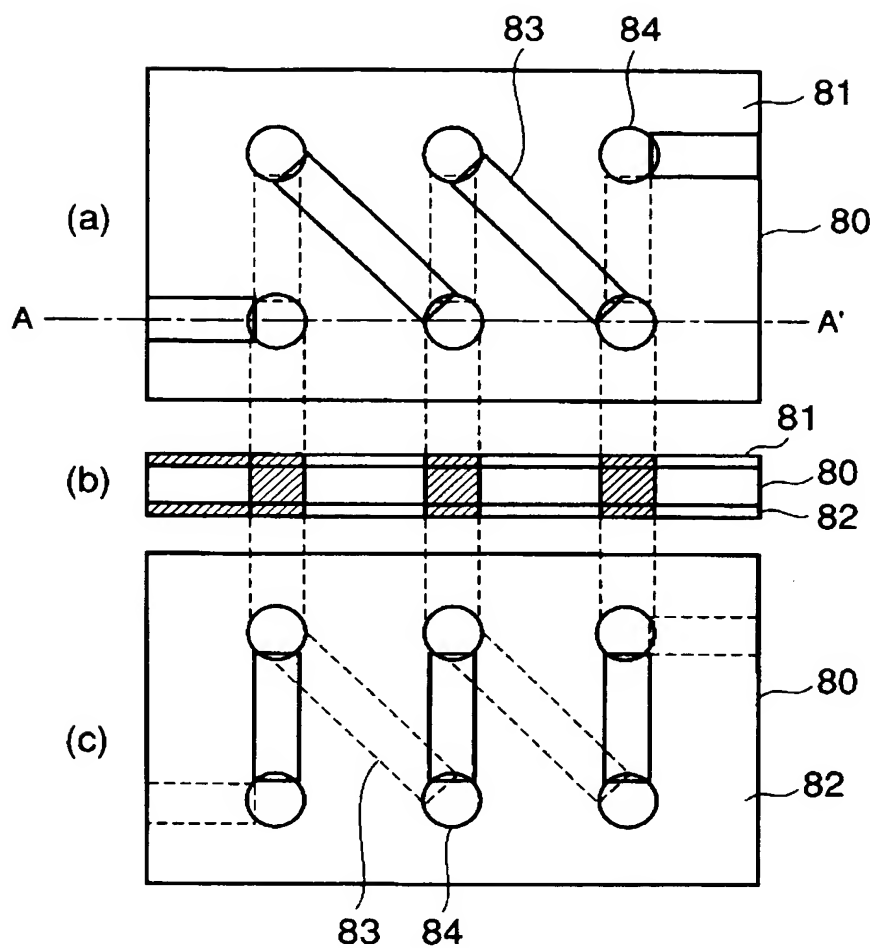
【図 8】



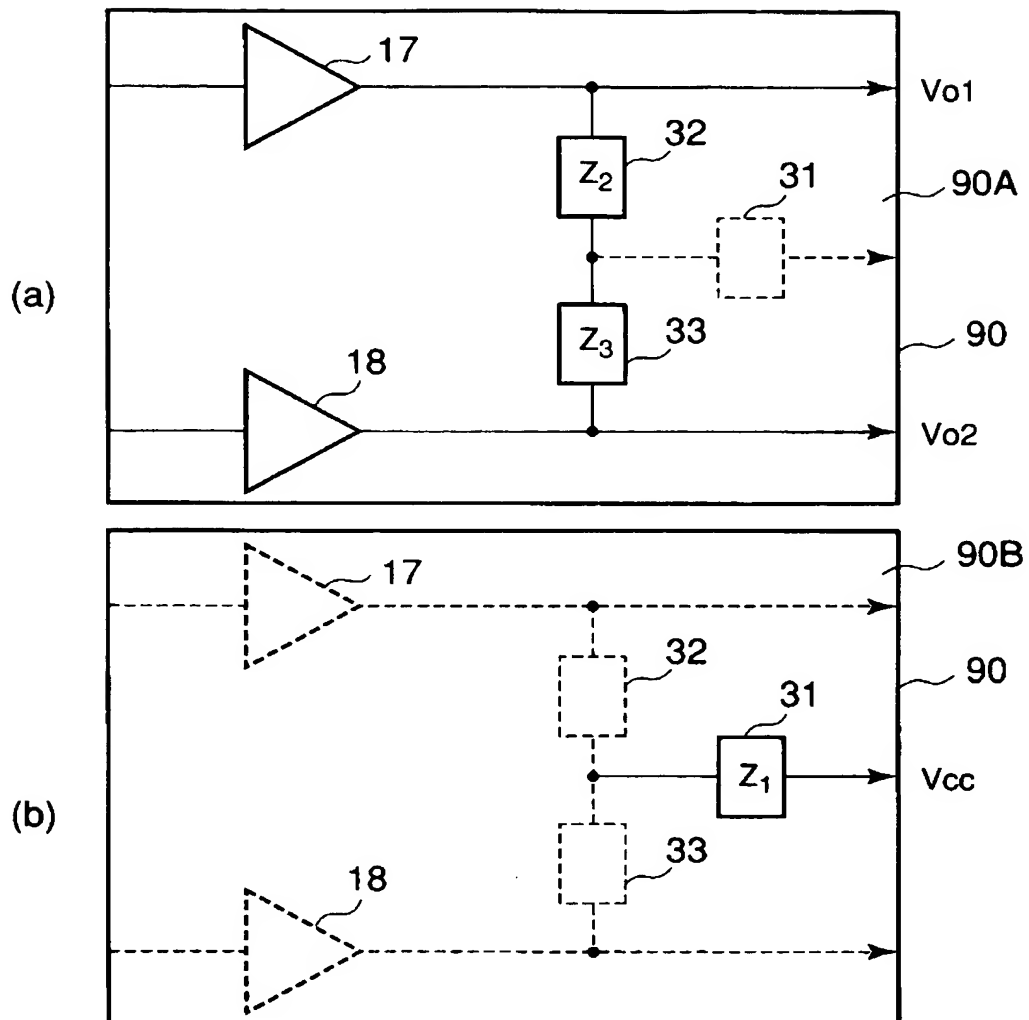
【図 9】



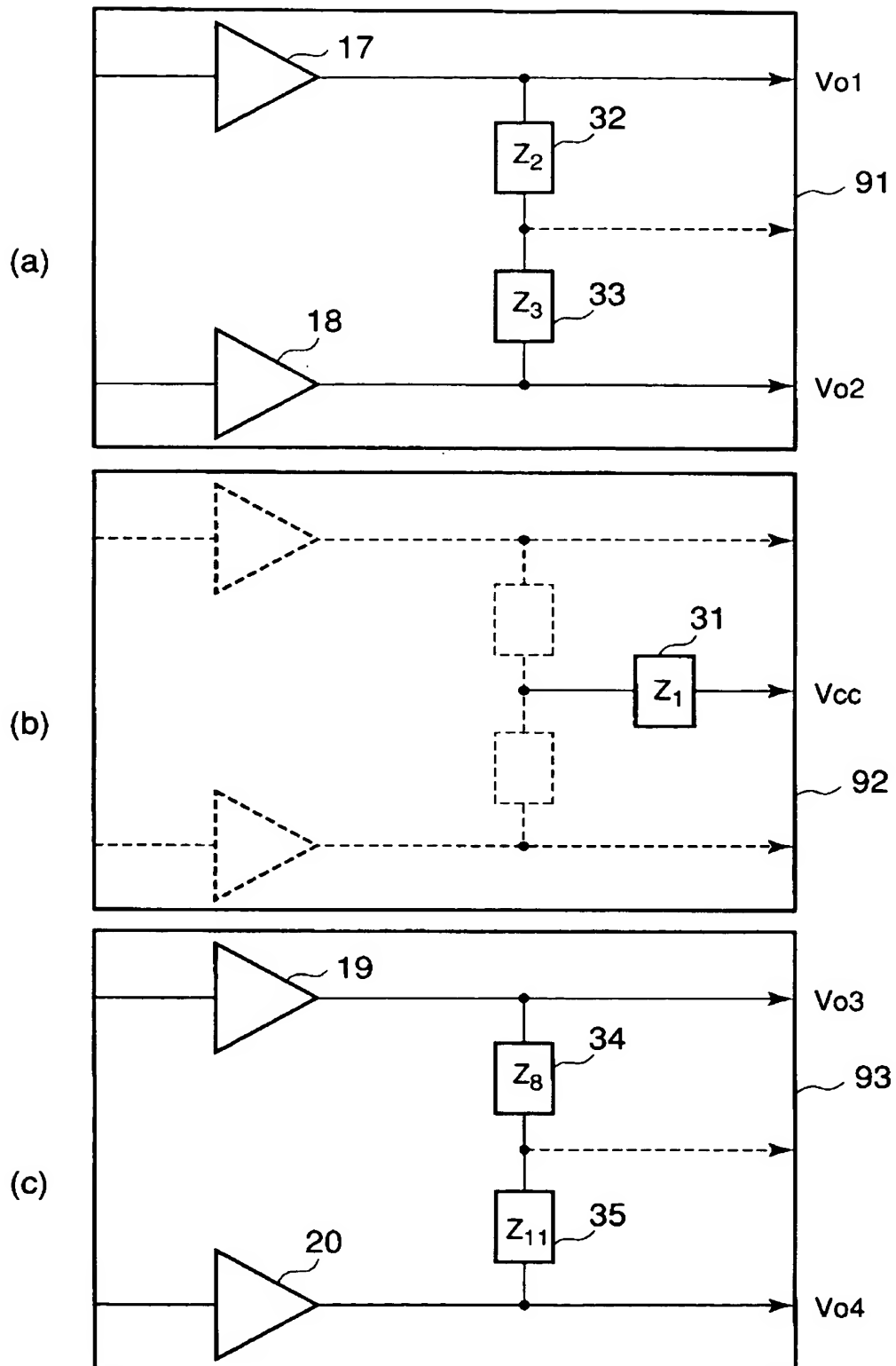
【図 10】



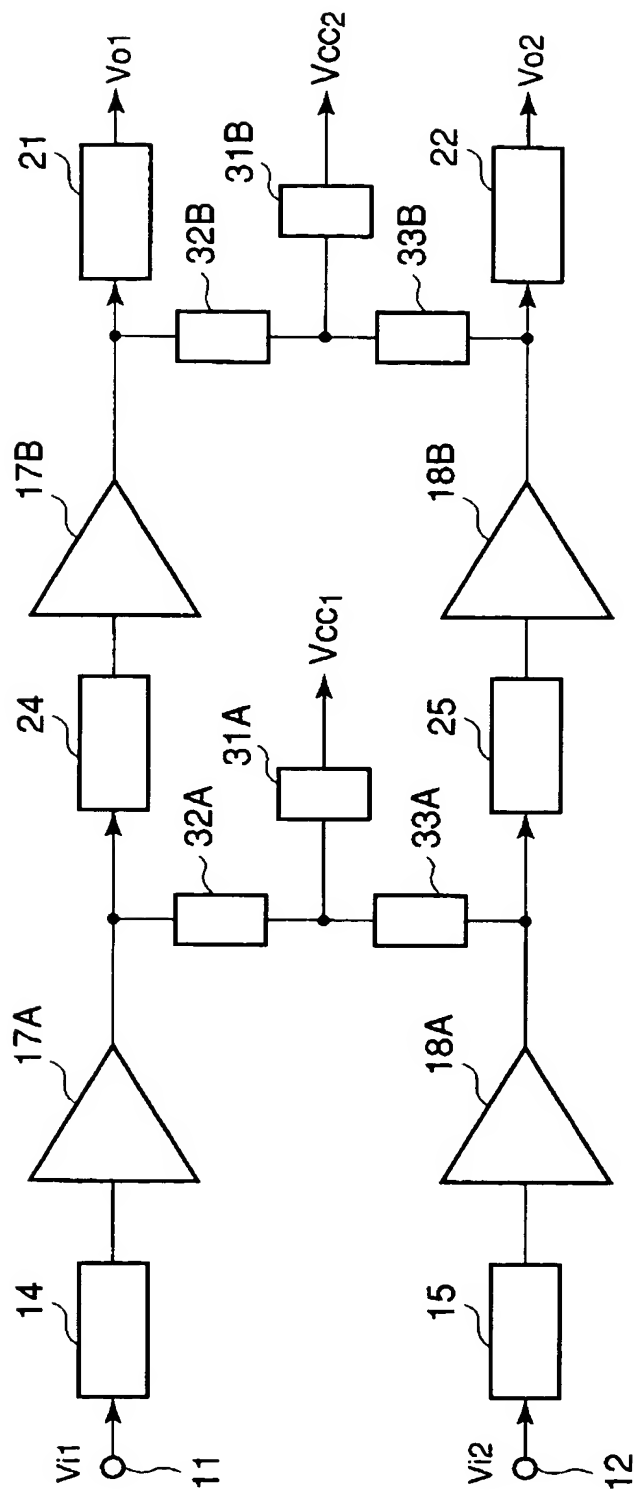
【図 11】



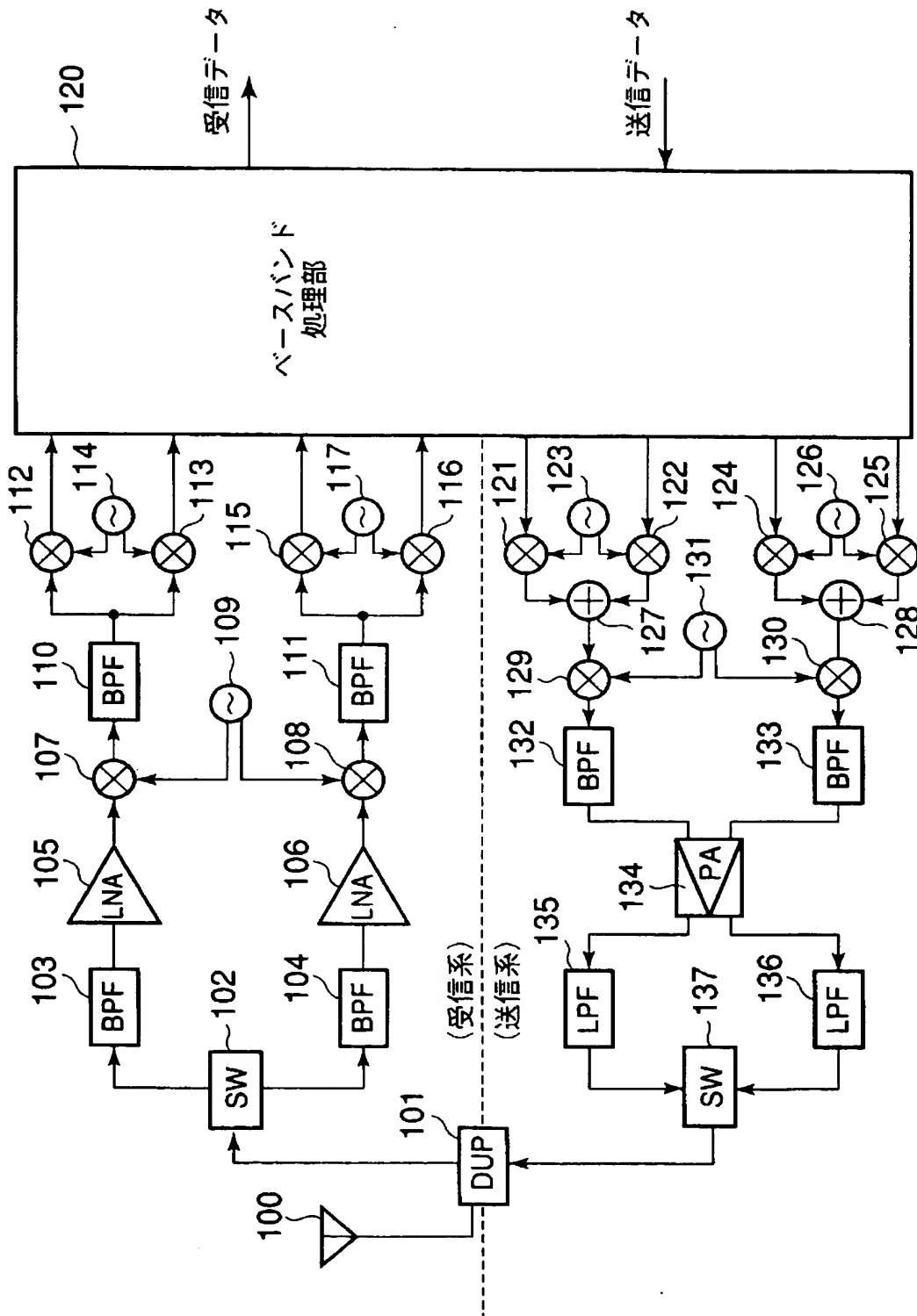
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 小型化の容易な構成により複数の周波数の信号を選択的に増幅する電力増幅器を提供する。

【解決手段】 周波数の異なる入力信号をそれぞれ増幅する複数の増幅素子 1 7, 1 8 を有する電力増幅器であって、直流電源に接続される電源入力端子 3 0 に一端が接続された共通電源供給路 3 1 と、共通電源線 3 1 の他端にそれぞれの一端が接続され、それぞれの他端が各増幅素子 1 7, 1 8 の主電極に接続された互いに異なるインピーダンスを持つ複数の個別電源供給路 3 2, 3 3 とにより構成された電源供給回路を有する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 4 7 9 1 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 0 7 8]

1. 変更年月日
[変更理由]

2 0 0 1 年 7 月 2 日

住所変更

住 所

東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号

氏 名

株式会社東芝